

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**  
⑩ **DE 296 18 818 U 1**

⑤ Int. Cl. 6:  
**G 02 B 6/35**  
G 02 B 26/02  
G 02 B 26/08

②① Aktenzeichen:	296 18 818.2
②② Anmeldetag:	29. 10. 96
④⑦ Eintragungstag:	12. 12. 96
④③ Bekanntmachung im Patentblatt:	30. 1. 97

⑦③ Inhaber:

CMS Mikrosysteme GmbH Chemnitz, 09577  
Niederwiesa, DE

⑦④ Vertreter:

Krause, W., Dr.-Ing. Faching.f.Erfindungswesen,  
Pat.-Anw., 09648 Mittweida

⑤④ Mikromechanische optische Schalteinheit

DE 296 18 818 U 1

DE 296 18 818 U 1

29.10.98  
1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine mikromechanische optische Schalteinheit.

Optische Schalter sind unter anderem in den Schriften DE OS 37 42 553 Licht-, insbesondere Laserstrahlvorrichtung und -Verfahren sowie Laserarbeitsplatzsystem, DE OS 40 29 569 Faser-optischer Schalter zu finden.

Diese Anordnungen stellen allerdings nur 1 auf n - Verknüpfungen dar.

Die EP 0 153 243 beinhaltet ebenfalls einen Schalter für Lichtwellenleiter. Dabei wird ein optisches Element, das im Strahlengang zwischen den Enden der Wellenleiter und dem Spiegel angeordnet ist, auf einer geradlinigen Bahn so bewegt, daß der Lichtstrahl im optischen Element abgelenkt, über den Spiegel reflektiert und im optischen Element ein zweites Mal abgelenkt und damit der Lichtstrahl auf den übernächsten Wellenleiter geführt wird.

Nachteile dieser Anordnung stellen zum einen die bewegte Optik dar und zum anderen können nur Wellenleiter in einem festen Abstand zueinander verbunden werden. Eine freie Auswahl der Form 1 aus n ist nicht möglich.

In den Veröffentlichungen DE OS 36 08 135, DE OS 37 16 836, DE OS 40 40 001 und DE OS 42 21 918 werden optische Schalter beschrieben. Dabei kommen jeweils bewegliche Spiegel als Ein-/Ausschalter bei fester Zuordnung der Wellenleiter zum Einsatz. Eine frei wählbare Zuordnung aus einer Vielzahl von Wellenleitern ist nicht möglich.

Der im Schutzanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, optische Informationen über ein mikromechanisches Bauelement bidirektional zu verteilen, mischen, entmischen und/oder schalten.

29.10.98  
2

Dieses Problem wird mit den im Schutzanspruch 1 aufgeführten Merkmalen gelöst.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß die Informationen optischer Signale sowohl einfach bidirektional von 1 auf 1 als auch von 1 auf n, n auf 1 oder n auf n mit ein und derselben Anordnung geschaltet werden können. Die Ausführung in mikromechanischer Bauart ermöglicht einen kleinen Aufbau bei sehr geringen Schaltzeiten und damit hohen Schaltfrequenzen.

Der Schichtaufbau begünstigt einen ökonomischen Aufbau, da die einzelnen Schichten als Funktionsebenen mit vor allem aus der Mikroelektronik bekannten Fertigungstechnologien hergestellt werden können.

Die Schichtstruktur mit den Lichtstrahl beeinflussenden optischen Anordnungen ermöglicht einen universellen Aufbau je nach den Anforderungen, die an das Bauteil gestellt werden. So können bidirektionale Schaltstrukturen der Form 1 auf 1, 1 auf n, n auf 1 oder n auf n mit ein und derselben Einrichtung realisiert werden. Der oder die plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel sind als Elektrode ausgeführt, so daß bei Platzierung von entsprechend ausgebildeten Gegenelektroden auf den Deckplatten und einer entsprechenden Ansteuerung ein Kippen gewährleistet ist. Ein zusätzlicher Bewegungsmechanismus für den oder die plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel ist nicht nötig.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Schutzansprüchen 2 bis 11 angegeben.

Einen einfachen Aufbau der mikromechanischen optischen Schalteinheit mit den Schaltmöglichkeiten 1 auf n, n auf 1 oder n auf n mit n gleich Anzahl der angebrachten Lichtleiter beinhaltet die Weiterbildung des Schutzanspruchs 2. Weiterhin besitzt

diese Lösung geringe optische Verluste der Lichtstrahlen beim Durchgang. Werden mehrere derartige mikromechanische optische Schalteinheiten in einer Ebene angeordnet, ergibt sich ein kompakter Aufbau mehrerer mikromechanischer optischer Schalteinheiten, die einzeln oder durch optisches Zusammenschalten im Verbund betrieben werden können.

Die Weiterbildung des Schutzanspruchs 3 garantiert einen gleichen Abstand der Lichtleiter zum Prisma.

Ein einfacher und ökonomischer Aufbau unter Nutzung bekannter und ausgereifter Technologien der Mikroelektronik wird in den Weiterbildungen der Schutzansprüche 4 bis 6 aufgeführt. Die plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel können sowohl matrixförmig  $p \times p$  als auch in einem beliebigen Verhältnis  $p \times q$  zueinander angeordnet werden, wobei  $p$  und  $q$  die Anzahl der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel pro Kante der mikromechanischen optischen Schalteinheit ist. Die Anzahl der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel bestimmt dabei das Schaltverhältnis 1 auf  $n$ ,  $n$  auf 1 oder  $n$  auf  $n$ , mit  $n$  gleich der Anzahl der mit der mikromechanischen optischen Schalteinheit verkoppelten Lichtleiter. Derartig ausgebildete mikromechanische Schalteinheiten sind leicht stapelbar, so daß durch mindestens eine optische Verbindung der mikromechanischen optischen Schalteinheiten untereinander, die Schaltmöglichkeiten 1 auf  $n$ ,  $n$  auf 1 oder  $n$  auf  $n$  gegenüber einzeln ausgebildeten mikromechanischen optischen Schalteinheiten wesentlich erhöht wird.

Mit der Anordnung der Schwenkachse der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel in der Symmetrieachse der Lichtleiter und damit in der Symmetrieachse des Lichtstrahles ergibt sich eine einfache Montage der übereinander angeordneten Ebenen. Dabei befinden sich sowohl die Mittelpunkt der Flächen der sich gegenüberliegenden plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel als

auch bei gleichen Abmessungen diese deckungsgleich übereinander. Die Lichtleiter an den Rändern der optischen Schalteinheit sind damit sowohl als Sende- als auch als Empfangselemente der Lichtstrahlen einsetzbar. Korrekturen hinsichtlich der Position des Lichtstrahles zu den einzelnen Lichtleitern entfallen. Bei Anordnung von mehr als zwei Ebenen mit plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegeln ist eine symmetrische Ablenkung der Lichtstrahlen zu den Deckplatten hin gegeben.

Weiterhin sind nur drei Schaltzustände der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel notwendig, so daß eine Ansteuerung wesentlich erleichtert wird. Die drei Schaltzustände sind durch die Zustände gegeneinander gekippt oder keine Ansteuerung charakterisiert.

Die Anschläge auf den Deckplatten entsprechend der Weiterbildungen der Schutzansprüche 7 und 8 erleichtern die Ansteuerung der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel.

Eine einfache Realisierung der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel und Torsionsbalken unter Nutzung bekannter und erprobter Technologien der Mikroelektronik ermöglichen die Weiterbildungen der Schutzansprüche 9 und 10.

Mit der Weiterbildung des Schutzanspruchs 11 ergeben sich automatisch der Schwenkraum der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel zu den Deckplatten hin, so daß zusätzlich vorzusehende Abstandsrahmen für ein freies Schwenken über einen Winkelbereich von 0 bis 45° nicht notwendig sind. Gleichzeitig verringert sich der Montageaufwand.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

- Figur 1 Mikromechanische optische Schalteinheit mit einer einstückig ausgebildeten Optik und einem plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel,  
Figur 2 Draufsicht der in der Figur 1 dargestellten mikromechanischen optischen Schalteinheit,  
Figur 3 Schalteinheit mit zwei Ebenen und 3 x 3 plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel je Ebene und  
Figur 4 Explosionsdarstellung der Anordnung der Figur 3.

Ein erstes Ausführungsbeispiel der mikromechanischen optischen Schalteinheit 1 besteht im wesentlichen aus einer einstückig ausgebildeten Optik 3 als erste die Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung in der ersten Ebene und einem plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 als zweite die Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung, die übereinander und zwischen zwei Deckplatten 2a und 2b angeordnet sind (Darstellungen der Figuren 1 und 2).

Die einstückig ausgebildete Optik 3 befindet sich in einem Abstandsrahmen 9. Der Lichtstrahl gelangt über einen von mindestens zwei in einer Ebene angeordneten Lichtleiter 10 an die einstückig ausgebildete Optik 3. Dazu sind die Lichtleiter 10 in Gräben, die sich in einer der Deckplatten 2a und dem Abstandsrahmen 9 korrespondierend zueinander befinden, geführt. Der Abstand der Lichtleiter 10 nimmt in Richtung zu der einstückig ausgebildeten Optik 3 kontinuierlich ab und enden direkt an dieser. Diese Fläche der einstückig ausgebildeten Optik 3 ist kreisförmig zu den Lichtleitern 10 hin gewölbt ausgebildet. Durch diese Maßnahme besitzen die Enden der Lichtleiter 10 den gleichen Abstand zum Mittelpunkt der einstückig ausgebildeten Optik 3.

Diese selbst stellt zum einen ein totalreflektierendes Prisma 4 und zum anderen eine Linse 5 dar. Der Lichtstrahl trifft nach Verlassen einer der Lichtleiter 10 auf das totalreflektierende Prisma 4 und wird an diesem in Richtung der zweiten die Licht-

29.10.98

6

strahlen beeinflussende Einrichtung mit einem Winkel von  $90^\circ$  abgelenkt. In dieser Richtung ist die Fläche der einstückig ausgebildeten Optik 3 eine Linse 5. Im Brennpunkt dieser Linse 5 ist der plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel 6 angeordnet. Dazu besitzt der Abstandsrahmen 9 eine Öffnung als optischen Übergang 12 von der ersten die Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung zur zweiten die Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung.

Der plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel 6 ist über zwei sich an gegenüberliegenden Kanten mittig angeordneten Torsionsbalken 7 in einem diesen umgebenden Rahmen 8 aufgehängt. Der Rahmen 8 einschließlich des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels 6 sind aus einer Siliziumscheibe gefertigt. Der plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel 6 und der Torsionsbalken 7 sind aus einer Opferschicht freigeätzt und der verbleibende Bereich der Siliziumscheibe stellt die Halterung für den plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 selbst dar und dient weiterhin dem Abstand gegenüber der Deckplatte 2b, so daß der plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel 6 gegenüber der Deckplatte 2b frei schwenkbar ist.

Der plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel 6 besitzt eine Fläche von  $3 \times 3 \text{ mm}^2$ . Die Schwenkachse des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels 6 steht dabei senkrecht zur Symmetrieachse der gewölbten Fläche der einstückig ausgebildeten Optik 3, an der die Lichtleiter 10 enden. Mit dem Auslenken des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels 6 wird der darauf auftreffende Lichtstrahl über die Linse 5 und dem totalreflektierenden Prisma 4 z.B. zu dem neben dem den Lichtstrahl verlassenden Lichtleiter 10 geleitet.

Der plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel 6 selbst stellt eine Elektrode dar. Auf der parallel zum plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 angeordneten Deckplatte 2b befinden sich zwei

Gegenelektroden 11a und 11b. Diese sind korrespondierend zu den parallel zu der Symmetrieachse der Schwenkachse verlaufenden Kanten des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels 6 angeordnet. Mit einer derartigen Anordnung ist dieser elektrostatisch ansteuerbar, so daß er je nach Potential an den Elektroden schwenkbar ist.

Die Elektroden in Form des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels 6 und die Gegenelektroden 11a und 11b sind über elektrische Leiterbahnen mit geeigneten an der mikromechanischen optischen Schalteinheit 1 vorhandenen Kontaktstrukturen verbunden, so daß die mikromechanische optische Schalteinheit 1 von außen elektrisch anschließbar ist.

Die anderen Enden der Lichtleiter 10 sind mit optischen Sendeeinrichtungen verbunden.

Ein zweites Ausführungsbeispiel der mikromechanischen optischen Schalteinheit 1 zeichnet sich dadurch aus, daß die erste und die zweite Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung aus einer in einer Matrixform angeordneten plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegeln 6 besteht (Figur 3 und 4).

Eine Matrix beinhaltet in diesem Ausführungsbeispiel drei mal drei plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel 6. Diese sind in einem sie umgebenden Rahmen 9 und zwei parallel verlaufenden Stegen 13 aufgehängt. Dabei befinden sich jeweils drei plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel 6 zwischen Rahmen 8 und Steg 13 oder zwischen zwei Stegen 13 hintereinander. Der freie Raum zwischen den plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegeln 6 stellt gleichzeitig den optischen Übergang dar. Die Abstände der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 zueinander sind gleich. Der plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel 6 selbst ist über an zwei sich gegenüberliegenden Kanten mittig ange-



brachten Torsionsbalken 7 mit dem Rahmen 8 oder den Stegen 13 verbunden. Die Größe eines plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels 6 beträgt  $1,4 \times 1,4 \text{ mm}^2$  bei einer Dicke von  $30 \text{ }\mu\text{m}$ . Die gesamte Matrix ist Teil einer Siliziumscheibe, wobei die plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 einschließlich der Torsionsbalken 7 Teile einer Opferschicht darstellen und freigeätzt sind. Die den plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 umgebenden Teile der Siliziumscheibe stellen den Rahmen 8 und die Stege 13 dar und bilden gleichzeitig Teile der Abstandsrahmen 9.

Zwei derartig ausgebildete Matrizen sind mit einem zusätzlich dazwischen angeordneten Abstandsrahmen 9 so angeordnet, daß sich die Symmetrielinien der Schwenkachsen der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 rechtwinklig zueinander befinden und sich jeweils zwei plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel 6 deckungsgleich gegenüberstehen.

Weitere Abstandsrahmen befinden sich zwischen den zusammengefügt Matrizen und jeweils über den plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegeln 6 angeordneten Deckplatten 2a und 2b. Die Abstandsrahmen können entfallen, wenn die Deckplatten 2a und 2b jeweils entsprechende Vertiefungen aufweisen, so daß die plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel über einen Winkelbereich von  $0$  bis mindestens  $45^\circ$  frei geschwenkt werden können.

Die Rahmen oder die Deckplatten 2a und 2b besitzen korrespondierend zueinander angeordnete Gräben, in denen die Enden von Lichtleitern 10 mit daran angebrachten Gradientenindexlinsen 14 platziert sind.

Die Symmetrieachsen der Lichtleiter 10 befinden sich rechtwinklig zu den Symmetrieachsen der Schwenkachsen der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 und sind weiterhin in der Symmetrieachse des Lichtleiters 10 platziert. Der Lichtstrahl besitzt einen Durchmesser von  $0,8$  bis  $1,0 \text{ mm}$  und der plattenförmige und in einer Schwenkachse beweg-

29.10.98

9

bare Einzelspiegel 6 ist 30  $\mu\text{m}$  dick, so daß bei Durchlaufen des Lichtstrahls bei nichtausgelenktem plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 dessen Dicke ausgeblendet wird. Diese Dämpfung des Lichtstrahles ist insgesamt vernachlässigbar.

Mit einem derartigen Aufbau der Matrizen sind je Kante drei Lichtleiter 10 und damit insgesamt zwölf Lichtleiter 10 an die mikromechanische optische Schaltereinheit 1 anschließbar und damit schalt-, misch- oder entmischbar.

Die anderen Enden der Lichtleiter 10 sind mit optischen Sendend- und/oder Empfangseinrichtungen verbunden.

Die plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 sind als Elektroden ausgeführt. Auf den Deckplatten 2a und 2b befinden sich pro plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 zwei Gegenelektroden 11a und 11b. Diese sind korrespondierend zu den parallel zu der Symmetrieachse der Schwenkachse verlaufenden Kanten des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels 6 angeordnet. Mit einer derartigen Anordnung sind diese elektrostatisch ansteuerbar, so daß die plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 je nach dem anliegenden Potential schwenkbar sind.

Die Elektroden in Form der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel 6 und die Gegenelektroden 11a und 11b sind über elektrische Leiterbahnen mit geeigneten an der mikromechanischen optischen Schalteinheit 1 vorhandenen Kontaktstrukturen verbunden, so daß die mikromechanische optische Schalteinheit 1 elektrisch von außen kontaktierbar ist.

29.10.98

## Schutzansprüche

1. Mikromechanische optische Schalteinheit, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen zwei Deckplatten (2a) und (2b) eine erste und mindestens eine zweite Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung je in einer Ebene übereinander angeordnet sind, daß die zweite Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung mindestens ein plattenförmiger und in einer Schwenkachse bewegbarer Einzelspiegel (6) ist, daß sich zwischen der ersten und der zweiten Lichtstrahlen beeinflussenden Einrichtung ein Abstandsrahmen (9) befindet, daß zwischen der ersten und der zweiten Lichtstrahlen beeinflussenden Einrichtung im Bereich zu dem mindestens einen plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel (6) hin die gleiche Anzahl optisch freier Übergänge (12) vorhanden sind, daß in die Deckplatten (2a) und (2b), in dem Abstandsrahmen (9) und/oder in den Ebenen der ersten und zweiten Lichtstrahlen beeinflussenden Einrichtungen Gräben so eingebracht sind, daß in diesen Lichtleiter platziert sind, daß der plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel (6) als Elektrode ausgebildet ist und daß sich mindestens auf der parallel zum plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel (6) zwei parallel zu den Spiegelkanten angeordnete Elektroden (11a) und (11b) befinden.

2. Mikromechanische optische Schalteinheit nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung mindestens eine einstückig ausgebildete Optik (3) in Form eines Prismas (4) mit integrierter Linse (5) ist, daß mindestens zwei Enden von in Gräben geführten Lichtleitern (10) an der einstückig ausgebildeten Optik (3) enden, daß sich rechtwinklig zu den Lichtleitern (10) und zur zweiten Lichtstrahlen beeinflussenden Einrichtung hin die Linse (5) befindet, daß im Strahlengang die zweite Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung in Form des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels (6) so angeordnet ist,

29.10.98

daß sich die Schwenkachse in der Symmetrieachse der Lichtleiter (10) befindet, daß der plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel (6) eine Elektrode darstellt und daß sich parallel dazu verlaufende Gegenelektroden (11a) und (11b) pro parallel zur Symmetrieachse der Schwenkachse vorhandener Kante des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels (6) auf der dazu parallel angeordneten Deckplatte (11b) befindet.

3. Mikromechanische optische Schalteinheit nach Schutzanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die einstückig ausgebildete Optik zum Lichtleiter nach außen gewölbt ausgebildet ist und daß der Abstand der Gräben zueinander zur einstückig ausgebildeten Optik kontinuierlich abnimmt.

4. Mikromechanische optische Schalteinheit nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung aus mindestens einer Anordnung, bei der zwischen zwei sich gegenüberliegenden Enden von lichtleitenden Einrichtungen ein plattenförmiger und in einer Schwenkachse, die rechtwinklig zum Strahlengang verläuft, bewegbarer Einzelspiegel (6) so angeordnet ist, daß sich die Symmetrieachsen des Lichtstrahles und der Schwenkachse des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels (6) in einer Ebene befinden, besteht, daß die zweite Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung mindestens eine gleichartige Anordnung ist, daß diese um  $90^\circ$  gegenüber der ersten in der Ebene so gedreht angeordnet ist, daß sich die Mittelpunkte der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel (6) in einer Symmetrieachse und die nichtausgelenkten plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel (6) parallel zueinander befinden, daß die sich an den Rändern befindenden lichtleitenden Einrichtungen in Form von Lichtleitern (10) über Gradientenindexlinsen (14) mit Sende- und/oder Empfangseinrichtungen optisch verbunden sind, daß sich zwischen der ersten und

29.10.98

der zweiten Lichtstrahlen beeinflussenden Einrichtung ein Abstandsrahmen (9) befindet, daß sich die erste und die zweite Lichtstrahlen beeinflussende Einrichtung zwischen zwei Deckplatten (2a) und (2b) befinden, daß die plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel (6) Elektroden darstellen, daß parallel dazu verlaufende Gegenelektroden (11a) und (11b) pro parallel zur Symmetrieachse der Schwenkachse vorhandener Kante des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels (6) auf den Deckplatten (2a) und (2b) angeordnet sind und daß der Abstandsrahmen (9) und die Deckplatten (2a) und (2b) Gräben für die lichtleitenden Einrichtungen enthalten.

5. Mikromechanische optische Schalteinheit nach Schutzanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Anordnungen, bei der zwischen zwei sich gegenüberliegenden Enden von lichtleitenden Einrichtungen ein plattenförmiger und in einer Schwenkachse, die rechtwinklig zum Strahlengang verläuft, bewegbarer Einzelspiegel (6) so angeordnet ist, daß sich die Symmetrieachsen des Lichtstrahles und der Schwenkachse des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels (6) in einer Ebene befinden, in Reihe und parallel angeordnet sind und daß die sich an den Rändern befindenden Lichtleiter (10) über Gradientenindexlinsen (14) mit Sende- und/oder Empfangseinrichtungen optisch verbunden sind.

6. Mikromechanische optische Schalteinheit nach Schutzanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die gleiche Anzahl von Anordnungen, bei der zwischen zwei sich gegenüberliegenden Enden von lichtleitenden Einrichtungen ein plattenförmiger und in einer Schwenkachse, die rechtwinklig zum Strahlengang verläuft, bewegbarer Einzelspiegel (6) so angeordnet ist, daß sich die Symmetrieachsen des Lichtstrahles und der Schwenkachse des plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegels (6) in einer Ebene befinden, pro erster und zweiter

29.10.98

Lichtstrahlen beeinflussender Einrichtung vorhanden und daß die sich an den Rändern befindenden Lichtleiter (10) über Gradientenindexlinsen (14) mit Sendé- und/oder Empfangseinrichtungen optisch verbunden sind.

7. Mikromechanische optische Schalteinheit nach Schutzanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich Anschläge auf den Deckplatten (2a) und (2b) korrespondierend zu den parallel zur Schwenkachse verlaufenden Kanten der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel (6) befinden.

8. Mikromechanische optische Schalteinheit nach Schutzanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe der Anschläge gleich dem Abstand der parallel zu der Schwenkachse verlaufenden Kanten der plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel (6) in mit einem Winkel von  $45^\circ$  gegenüber den Deckplatten (2a) und (2b) gekippten Zuständen und den Deckplatten (2a) und (2b) ist.

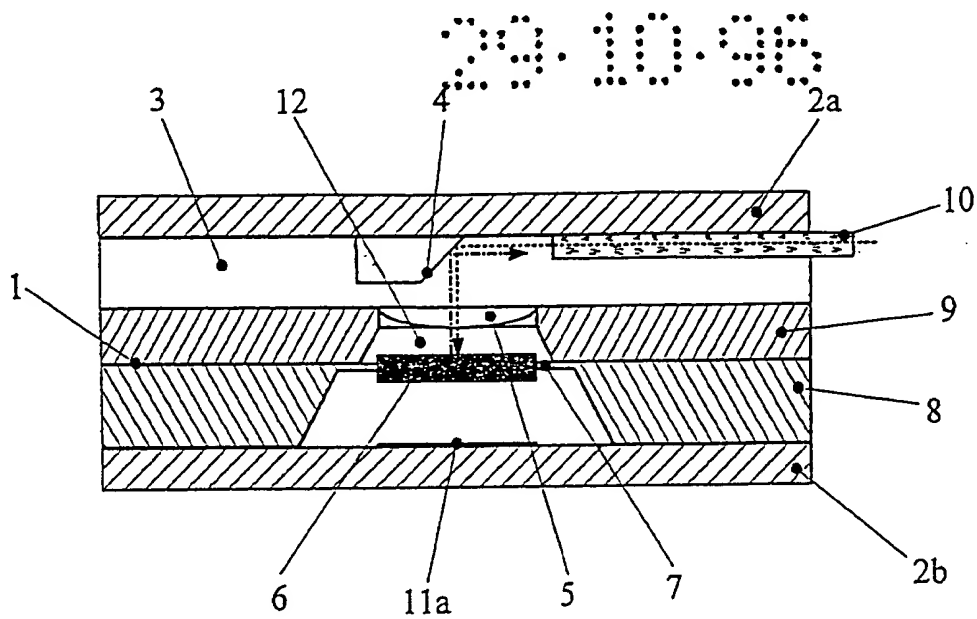
9. Mikromechanische optische Schalteinheit nach den Schutzansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der plattenförmige und in einer Schwenkachse bewegbare Einzelspiegel (6) über zwei sich an gegenüberliegenden Kanten mittig angeordneten Torsionsbalken (7) mit einem den plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel (6) umgebenden Rahmen (8) verbunden ist oder daß die plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel (6) über zwei sich an gegenüberliegenden Kanten mittig angeordneten Torsionsbalken (7) mit parallel angeordneten Stegen (13) verbunden sind.

10. Mikromechanische optische Schalteinheit nach Schutzanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel (6), die Tor-

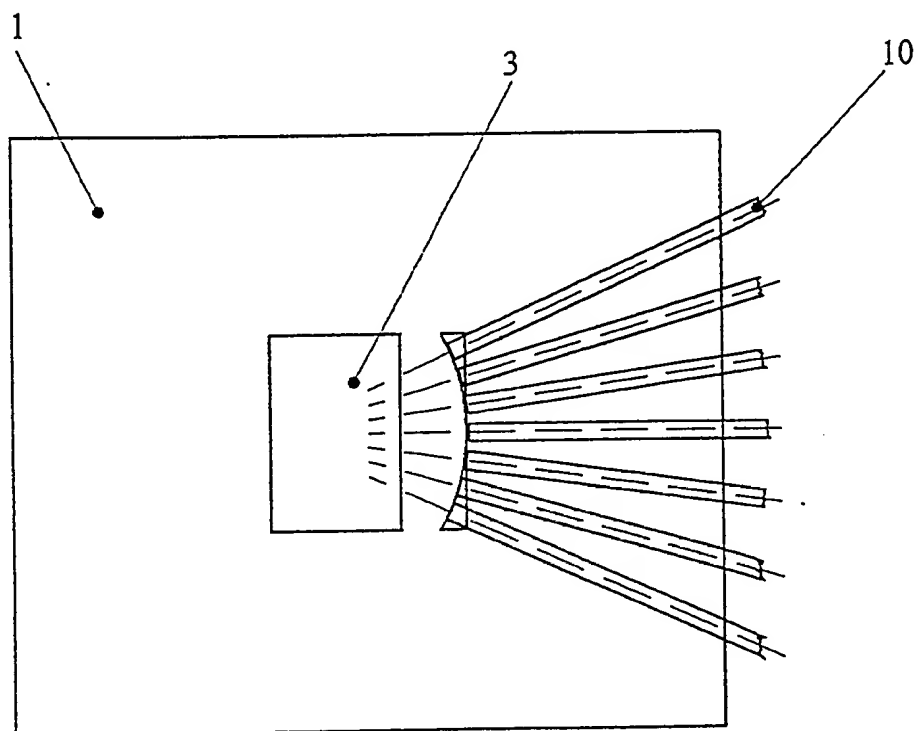
29.10.95

sionsbalken (7), der Rahmen (8) und die parallel angeordneten Stege (13) ein mit Schichten versehener und strukturierter Halbleiterscheibe ist.

11. Mikromechanische optische Schalteinheit nach Schutzanspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen eine Opferschicht des Halbleiterscheibe ist und daß der oder die plattenförmigen und in einer Schwenkachse bewegbaren Einzelspiegel (6) und die Torsionsbalken (7) Teile der Opferschicht sind.



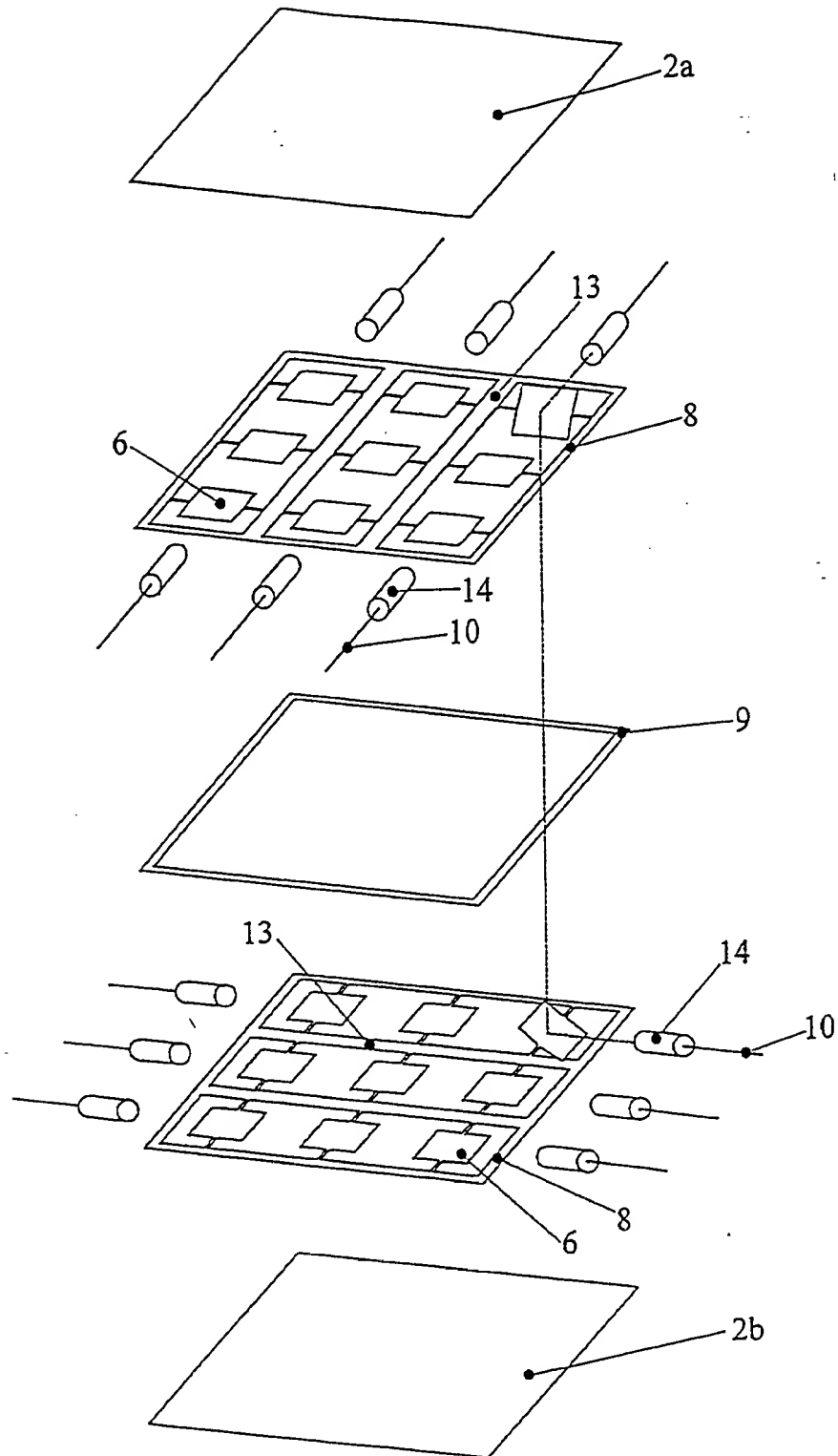
Figur 1



Figur 2

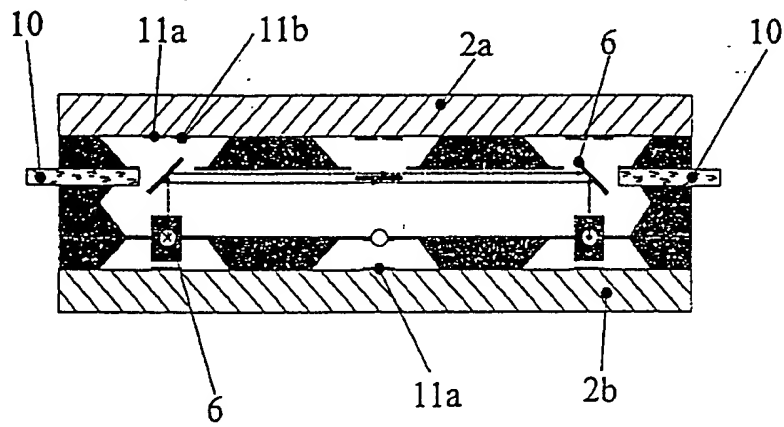


29.10.96



Figur 3

29.10.95



Figur 4.